

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-230309

(43)Date of publication of application : 19.08.1994

(51)Int.Cl.

G02B 26/10

G02B 5/18

(21)Application number : 05-305411

(71)Applicant : XEROX CORP

(22)Date of filing : 06.12.1993

(72)Inventor : HARRIS ELLIS D

(30)Priority

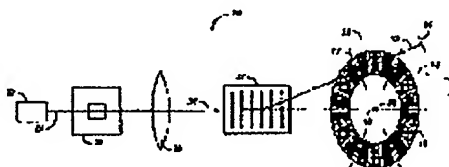
Priority number : 92 989445 Priority date : 11.12.1992 Priority country : US

(54) BINARY DIFFRACTION OPTICAL ELEMENT SCANNER

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide an optical scanning device which uses a binary diffraction optical element and can be made low in cost and small in size.

CONSTITUTION: This optical scanner uses a fixed binary diffraction optical element 32 and a rotary binary diffraction optical element 12, to converge a beam and make a scan along a scanning line. A light source and a collimator lens generate an incident beam to the two binary diffraction optical elements. The scanning beam is a primary diffracted beam, and a stop cuts off an undiffracted beam of 0th order and an undesirable higher-order diffracted beams.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 06.12.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 30.05.2003

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-230309

(43)公開日 平成 6 年(1994) 8 月19日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 B 26/10	1 0 6	9018-2K		
5/18				

審査請求 未請求 請求項の数1 O L (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平5-305411

(22)出願日 平成 5 年(1993)12月 6 日

(31)優先権主張番号 9 8 9 4 4 5

(32)優先日 1992年12月11日

(33)優先権主張国 米国 (U S)

(71)出願人 590000798

ゼロックス コーポレーション

XEROX CORPORATION

アメリカ合衆国 ニューヨーク州 14644

ロチェスター ゼロックス スクエア

(番地なし)

(72)発明者 エリス・ディー・ハリス

アメリカ合衆国 カリフォルニア州

91711 クレアモント ライノークドライ

ブ 1646

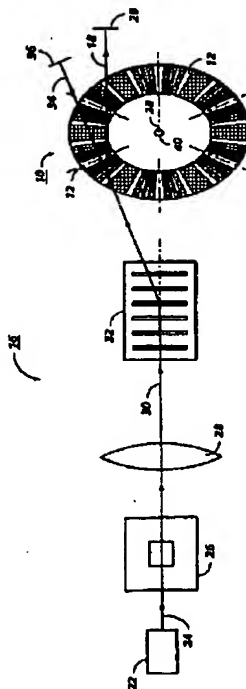
(74)代理人 弁理士 小堀 益 (外 1 名)

(54)【発明の名称】 2進回折光学素子スキャナ

(57)【要約】 (修正有)

【目的】 2進回折光学素子を用いた光学走査装置を提供する。

【構成】 ビームを集束して走査線に沿って走査させるために固定2進回折光学素子32及び回転2進回折光学素子12を用いた光学走査装置。光源及びコリメータレンズによって2つの2進回折光学素子への入射ビームが形成される。走査ビームは1次回折ビームであり、ストップがゼロ次の非回折ビームと望ましくない高次回折ビームとを遮断する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 光ビームを走査線に沿って走査させるための、次のものを含む光学スキャナ：可干渉光ビームを放射する光源、

前記可干渉光ビームを平行光にする手段、

前記平行光ビームを調整する第1固定2進回折光学素子、及び前記第1固定2進回折光学素子からの前記光ビームを回折することによって集束して前記走査線に沿って走査させることができるようにする複数の第2の2進回折光学素子を備えた回転ディスク。

【発明の詳細な説明】

【0001】本発明は、光学スキャナ、特に2進回折光学素子を用いてビームを線に沿って走査させるようにした光学スキャナに関するものである。

【0002】光ビームの伝搬は3つの基本的手段、すなわち鏡による反射、レンズによる屈折及び格子による回折によって変化させることができる。光学系は、伝統的に反射及び屈折に頼って所望の光学変形を行っている。鏡及びレンズ素子に基づいた光学構造は、十分に確立した完成状態にある方法である。最近まで、回折及び効率的な回折素子の作製に伴う問題のため、回折素子は光学系の実現が難しい素子になっていた。

【0003】回折は光ビームの方向を変えるだけではない。回折は、屈折や反射と異なって、光ビームを多くのビームに分割し、その各々をそれぞれ異なった角度または次数で方向を変えるものである。入射光のうちの所望角度に方向を変えられる割合が回折効率と呼ばれている。回折素子の回折効率は、素子の表面プロフィールによって決定される。所望角度に方向を変えられなかった光が多い場合、像または光学系の出力平面に許容しがたい量の散乱が発生する。

【0004】理論的には、回折相素子(diffractive phase element)はある波長で100%の回折効率を達成することができる。しかし、この効率を達成するためには連続相プロフィールが必要である。この表面プロフィールの理論的回折効率は波長の変化にも比較的敏感である。それに対して、屈折素子は波長の影響を受けない。高品質高効率の連続相プロフィールを作製する技術は現在のところは存在していない。

【0005】比較的高い回折効率と製造しやすさとを与える妥協案として多レベル相格子がある。個々の相レベルの数が多くなるほど、連続相関数の近似が良好となる。これらの多レベル相プロフィールは、標準的な半導体集積回路製造技術を用いて作製することができる。

【0006】マサチューセッツ工科大学のリンカーン研究所のG. J. スワンソン(Swanson)の「2進光学技術：多レベル回折光学素子の理論及び設計(Binary Optics Technology: The Theory and Design of Multi-level Diffractive Optical Elements)」(テクニカルレポート854、1989年8月14日)に開示されているように、

2進回折光学素子または多レベル相プロフィール回折格子の製造工程は、回折相プロフィールの数学的相記述で始まり、多レベル回折表面を製造することができる。第1段階として、数学的相表現を用いて、それから相プロフィール情報を含む1組のマスクを生成する。第2段階として、相プロフィール情報をマスクからレンズ設計で指定された素子の表面へ移す。

【0007】多レベル素子の製造に係わる第1段階として、多レベル的に模倣される理想的回折相プロフィールを数学的に記述する。製造工程の次の段階として、集積回路業界で用いられている標準的パターン生成器によって製造される1組の平版マスクを形成する。

【0008】所望の素材の基板にフォトレジストの薄い層を被覆する。次に平版マスクを基板に密着させて、上方から紫外線露光ランプで照射する。あるいは、光学または電子ビームのパターン生成器はフォトレジストの薄い層を露光できる。フォトレジストを現像し、露光したレジストを洗い流せば、残留フォトレジストに2進格子パターンが残る。このフォトレジストはエッチストップとして作用する。

【0009】多くの光学素材をエッチングする最も信頼性が高く正確な方法は、反応イオンエッチングを利用するものである。反応イオンエッチングの処理は、非常に高い反復率で素材の異方性エッチングを行う。所望のエッチング深さを非常に正確に得ることができる。処理の異方性によって垂直方向のエッチングが行われるため、真の2進表面レリーフプロフィールが得られる。基板が所望深さまで反応イオンエッチングされた後、残留フォトレジストを剥がすと、2進層表面レリーフ格子が残る。

【0010】この処理は第1マスクの半分の期間にした平版マスクを用いて繰り返される。2進層素子をフォトレジストで再被覆し、第1マスクの半分の期間にした第2平版マスクを用いて露光する。現像して露光フォトレジストを洗い流した後では、基板は第1エッチングの半分の深さまで反応イオンエッチングされている。残留フォトレジストを除去すると、所望プロフィールに対して4レベルの近似が得られる。この処理を第1マスクの1/4及び1/8の期間にした平版マスクで3度目及び4度目を繰り返すと、基材が第1エッチングの1/4及び1/8の深さまでエッチングされる。連続エッチングによって8及び16レベルを備えた素子が得られる。

【0011】この処理を繰り返すことによって、基材に多レベル層レリーフ構造が形成される。その結果、最初の理想的回折表面に近い離散的コンピュータ生成構造が得られる。製造工程で用いられた各追加マスクに対して、離散形層レベルの数が2倍になり、これから「2進」光学素子、もっと正確に言えば2進回折光学素子の名前がきている。

【0012】処理を4回繰り返すだけで、連続ケースに対して16レベルの近似が得られる。このマスク及びエ

ッチング製造処理は平行して実施でき、多くの素子を高いコスト効率で同時に製造できる。

【0013】16層レベル構造では99%の回折効率が得られる。光の残りの1%はもっと高次に回折されて、散乱として現れる。多くの光学装置では、これは許容できる量の散乱である。16層レベル構造の製造は、その素子を製造するために処理を4回繰り返すだけでよいことから、比較的効率的である。

【0014】写真平版エッチング段階はいずれの回数でも行うことができる。あるいは、深いエッチングの後では制御がより難しくなるため、最も高いピッチの最も浅いレベルが最初に処理される。

【0015】第1エッチング段階の後、第2以降の平版マスクは基板上の既存のパターンに正確に位置合わせされなければならない。位置合わせは、集積回路業界では標準的な別の工具であるマスク整合器を用いて行われる。

【0016】前述したように、基板上のフォトリソは電子ビームパターン生成器で露光できる。電子ビーム直接書き込み処理によって、マスク及びそれに関連した位置合わせ及び露光の問題を解消することができる。2進光学系は、エポキシ casting、ソルゲル casting、エンボシング、射出成形及びホログラフィ複写を用いることによって複製することができる。

【0017】2進光学素子には従来形光学系に勝る多数の利点がある。それらはコンピュータ生成であるから、これらの素子は従来のレンズまたは鏡よりもさらに一般化された波面成形を行うことができる。素子は数学的に定められるだけでよく、基準表面が必要ない。従って、著しい非対称状態の2進光学系も複合光学系の収差を補正することができ、特定のレーザ装置に対して素子を波長感応させるようにすることができる。

【0018】回折光学素子は一般的に薄くて軽く、様々な形式の収差及び歪みを補正することができる。離散形層レベルの段階的プロファイルを連続層プロファイルに近づけることができる。

【0019】光学走査装置を用いて、感光体上の走査線等の所定のパターンに沿って光点を走査させることができる。反射光学走査装置は、当業者には公知の回転多面鏡スキャナにすることができる。しかし、反射光学走査装置でも、走査線を横切るように光ビームを走査させるためにさらなる光学部材、一般的に屈折レンズ及び他の反射鏡が回転多面鏡の前後に必要である。

【0020】回転鏡光学スキャナによって生じる様々な光学的または他の歪みを解決するために様々な装置が開示されている。面に衝突する前に正確な水平ではなかったビームによって生じる光学走査装置の誤差として湾曲が形成される。走査線が直線から逸れて、走査線の中間で湾曲する。面が垂直軸線に正確には平行ではなく、従って面から反射するビームが上下方向にわずかに傾斜す

ることによってウォブルが発生する。

【0021】回転ホログラムを回折光学走査装置にすることができ、これは当業者には公知である。しかし、ホログラフィ光学走査装置でも、走査線を横切るように光ビームを走査させるためにさらなる光学部材、一般的に屈折レンズ及び他の反射鏡が回転ホログラムの前後の両方に必要である。

【0022】多面鏡またはホログラムを回転させるためにはさらに多数の光学素子が必要となり、これによって正味光学ビーム処理量が減少し、光学走査装置の大きさ及びコストが増大する。

【0023】多面鏡を回転させるためには相当量の駆動力及び軸受負荷が必要である。迅速に多くの走査を行うために必要な一貫した高速によって問題が生じる。

【0024】回転鏡等の厚くて重く、空力抵抗が大きい構造を回転させる時には、ウォブル及び軸取り付け誤差が常に問題になる。

【0025】本発明の目的は、2進回折光学素子を用いた光学走査装置を提供することである。

【0026】本発明による光学走査装置は、ビームを集束させて走査線に沿って走査させるため、回転式2進回折素子に入るように光ビームを調整するために固定2進回折光学素子を用いている。光源及びコリメータレンズによって2つの2進回折光学素子への入射ビームが形成される。走査ビームは1次回折ビームであり、ストップがゼロ次の非回折ビームと望ましくない高次回折ビームとを遮断する。

【0027】図1は、本発明に従って形成された光学スキャナ用の2進回折光学素子ディスクの概略図である。図2は、本発明に従って形成された回転式2進回折光学素子ディスクを用いた光学走査装置の概略図である。図3は、図2の光学走査装置を通る走査平面(A)及び走査横断平面(B)における入射及び走査ビームの概略図である。

【0028】図1に示されている回転式透明ディスク10には、その円周に沿って複数の2進回折光学素子12が環状セクターとして設けられて、反復的に単一の走査線を生成することができるようになっている。走査ビームが走査線を反復走査する時、各素子12内の2進回折光学素子パターン14が繰り返される。

【0029】2進光学素子12の多レベル層レリーフ構造14は回転ディスクの半径方向に沿って設けられ、走査横断(サジタル)平面にほぼ平行で、光を走査(接線)平面へ回折する。

【0030】図2の光学素子装置16は、走査線20を横切るように光ビーム18を走査させるが、干渉光ビーム24を放射する光源22を備えている。干渉光ビーム24はビーム制御開口26から伝搬して、コリメータレンズ28で平行光にされる。このようにして生じた平行ビーム30は次に、主に平行光を調整する第1固定

5

2進回折素子32に入射されてから、回転ディスク10の第2の2進回折光学素子12に入射され、これは主に出力ビーム18を集束して走査線20を横切るように走査させる。2進解析光学素子12によって回折された1次回折光18が走査ビームを構成するのに対して、2進解析光学素子12からのゼロ次の非回折光ビーム34はストップ36によって遮断される。

【0031】図3は、走査平面及び走査横断平面において2進解析光学素子走査装置を通る光路を示している。図2及び3において、可視光ダイオードレーザ等の光源22が単一波長の可干渉光ビーム24を放射する。

【0032】光ビーム24は次に、ビームの一部を遮断することができるビーム制御開口26を通過する。ビーム制御開口は、光源22から広がった傾斜光の影響を減少させる。次に、光ビームは成形ガラス非球面平行レンズ等のコリメータレンズ28によって平行光にされる。走査平面及び走査横断平面においてビームの広がりには違いがあるため、平行ビームの横断面は対称コリメータレンズを用いても円形になることができない。走査（接線）平面でのビーム直径が大きくなるほど、走査点のサイズが小さくなる。この走査点は移動錯乱によってこの軸線方向に大きくなる。

【0033】光学走査装置16は2つの多機能2進回折光学素子32及び12に基づいている。固定2進回折素子32が回転式2進回折光学素子12の前方に位置している。これらの2つの回折光学素子によって入射平行光が走査線に集束されて、それによって生じる点が走査線上を走査する。2つの2進回折光学素子はビーム内の光学収差の補正も行う。

【0034】平行であるがまだ可干渉性のビーム30は次に固定2進回折光学素子32に入射する。2進回折光学素子32は、走査ビーム（1次回折ビーム）を得るための走査（接線）及び走査横断（サジタル）平面の両方での主光学調整を行う。固定2進回折光学素子はディスクである必要はない。

【0035】2進回折光学技術の性質から、多数の光学機能を各2進回折光学素子内に組み込むことができ、必要に応じて補償及び補正を行うことができる。

【0036】回転2進回折光学素子12によって走査（接線）平面のビーム軸線から回折された入射光18には、この回折で走査横断（サジタル）成分が生じる。これは計算でき、固定2進回折光学素子32によって光路内で予め補正される。

【0037】図1に示されているように、隣接の2進回折光学素子12間のピッチすなわち距離は、回転回折光学素子の回転中心に近付くほど小さくなるため、回折角度が大きくなる。この影響は計算でき、固定2進回折光学素子32によって光路内で予め補正される。

【0038】図2において第1固定2進回折光学素子32によって回折され、それに伴って調整されたビーム3

6

0は回転ディスク10の第2の2進回折光学素子12に入射する。回転2進回折光学素子はビーム30を回折して、それによって生じたビーム18を走査線20上に集束して走査線20を走査できるようにする。2進回折光学素子12は、走査ビーム（1次回折ビーム）を得るための走査（接線）及び走査横断（サジタル）平面の両方での主光学集束を行う。入射ビームの横断面が2進回折光学素子12よりも相当に小さいことから、2進回折光学素子12からはみ出すことはない。

【0039】入射光ビームは一般的に回転2進回折光学素子ディスクに対して入射角が直角である。入射ビームは、ビームが回転2進回折光学素子ディスクの前面に衝突する時の損失を減少させるためにブラッグ入射角にすることができる。しかし、入射ビームは回転2進回折光学素子ディスクに対していずれの入射角度でもよい。

【0040】ディスク10は回転軸線38回りに回転可能である。回転ディスクはロータ40に連結されたモータ（図示せず）によってディスクの回転軸線回りに一定速度で駆動される。入射光ビームに対するディスクの回転移動によって、入射光ビーム30が2進回折光学素子12によって回折されることによって決定される走査線20に沿って掃引する走査ビーム18が発生する。

【0041】回転2進回折光学素子12には、円環の部分を経り返す負の2進回折レンズ素子が含まれる。レンズの有効焦点距離は半径の関数であり、ロータに近い領域ほど焦点距離が短い。ディスク上の2進回折光学素子12の半径が増大するのに伴って増加するこの可変有効焦点距離は、固定2進回折光学素子32によって補償される。2進回折光学素子の効果は、走査ビームを走査線に沿った焦点へ移動させることである。2進回折光学素子は、走査線を定める焦点の軌跡に入射光ビームを回折させることができる。

【0042】2進回折光学素子12によって回折された1次回折光18が走査ビーム18を形成するのに対して、2進回折光学素子12からのゼロ次の非回折光ビーム34はストップ36によって遮断される。

【0043】図3に示されているように、走査ビーム18は走査（接線）平面上では直線20に沿って走査するが、走査線18に直交する湾曲表面44上では点42に集束している。この走査パターンは、例えば感光体ドラム上の走査線である。走査横断（サジタル）平面での表面44は湾曲状である必要はなく、平面状または他の形状でもよい。

【0044】ディスク10の周囲の環状リング内の各2進回折光学素子12は、回転多面体の面の機能を果たしている。

【0045】図1に示されているように、2進回折光学素子12の多レベル層レリーフ構造14における各層レベルは、ピッチが素子全体で変化する回折格子である。素子が回転すると、2進回折光学素子の多レベル層レリ

ーフ構造14が入射光ビーム内を移動するため、そのビームが局部ピッチに従って偏向する結果、ビーム走査が得られる。ピッチ変化は、走査線上の走査位置がスキャナ回転角度の1次関数になるように決定される。

【0046】回転式2進回折光学素子12には、走査線の湾曲を取り除いて直線状の走査にする走査横断(サジタル)平面上の成分がある。

【0047】光ビームの光束のすべてが1次ビームである走査ビーム18に回折されるわけではない。1次回折ビームをゼロ次の非回折ビーム34及び他の望ましくない回折次のものから物理的及び光学的に確実に分離できるようにするため、走査横断(サジタル)平面上において曲率効果が回転式2進回折光学素子12に組み込まれている。

【0048】2進回折光学素子12からのゼロ次の非回折ビーム34及び他の望ましくない回折次のはストップ36によって遮断される。2進回折光学素子12によって回折された1次回折光18は走査線20を横切るように走査する。遮断されたゼロ次ビームは光学軸線に沿っており、走査用の1次ビームは軸から外れているので、光学走査装置16は軸外れ走査装置(off-axis scanning system)である。

【0049】各素子12内の2進回折光学素子パターン14は走査線を横切る方向の1回の走査を行う。パターンが各素子内で繰り返される場合、走査ビームが走査線を横切るように繰り返して走査する。

【0050】あるいは、2進回折光学技術の性質から、構造内の同一の光学素子及び同一の光路を用いて多数の光学機能を各2進回折光学素子内に組み込むことができるので、固定2進回折光学素子32は、走査線上に走査ビーム(1次回折ビーム)を得るために走査(接線)及び走査横断(サジタル)平面の両方での主光学集束を行い、回転2進回折光学素子12は走査線を横切る方向のビームの主光学走査を行うことができる。

【0051】スペクトル分散は、ガラスコリメータレンズ28の正分散を2進回折光学素子32及び12の本来的な負分散と組み合わせることによって補償できる。

【0052】回転式2進回折光学素子12は負光学素子である必要はなく、正の素子にすることもできる。正素子を固定2進回折光学素子32と協働させて入射ビーム

を集束することができる。

【0053】回転式2進回折光学素子光学走査装置によって生成される走査パターンが走査線である必要はない。この光学スキャナによって生成される走査パターンは、例えばジグザグ状の開放パターンまたは円、8の字またはダイヤモンド模様などの閉鎖パターンでもよい。

【0054】回転式2進回折光学素子光学走査装置の主たる利点は、一般的な回転多面鏡またはホログラムスキャナに比較して光学素子の数が少ないことによる低コスト及び小型化である。光学素子の数が少ない結果、正味光学処理量が向上する。

【0055】さらなる利点は、回転素子として厚い多面鏡構造ではなく薄い円形ディスクを用いていることによるものである。駆動力及び軸受負荷と共に音響的雑音が大幅に減少する。回転速度を高めることが可能である。

【0056】ホログラフィスキャナとは異なり、走査光学系が2進回折光学素子を備えた回転素子内に含まれている。スキャナより先の光学系がないことによって、走査線に沿って光ビームを走査させるために走査素子よりも先に光学系を設けなければならない一般的な回転多面鏡またはホログラフィスキャナに比較して全体寸法が大幅に減少する。

【0057】走査素子は平行な平面を備えた透過性ディスクであるため、この構造は回転時に軸受ウォブル及び軸取り付け誤差に対して自然抵抗力を与える。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明に従って形成された光学スキャナ用の2進回折光学素子ディスクの概略図である。

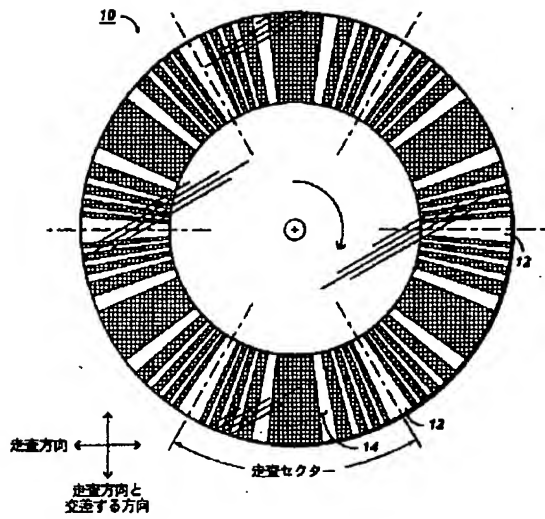
【図2】 本発明に従って形成された回転式2進回折光学素子ディスクを用いた光学走査装置の概略図である。

【図3】 図2の光学走査装置を通る走査平面(A)及び走査横断平面(B)における入射及び走査ビームの概略図である。

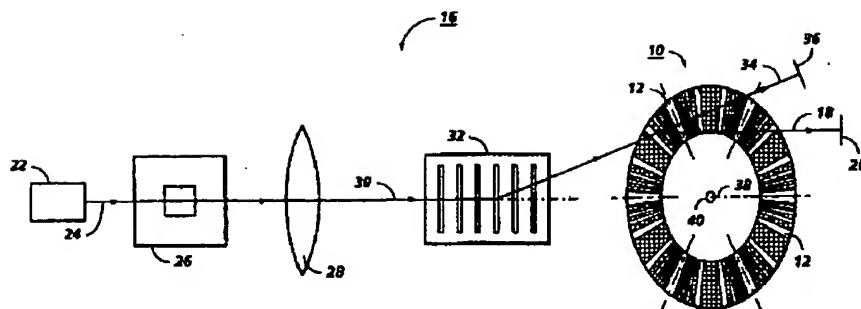
【符号の説明】

- 12 回転式2進回折光学素子
- 20 走査線
- 22 光源
- 24 可干渉光ビーム
- 28 コリメータレンズ
- 32 固定2進回折光学素子

【図1】



【図2】



【図3】

